

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] The output of the first converter (6) which is equipment which carries out induction heating of the components of a complicated symmetry-of-revolution configuration, for example, the gearing, for the surface hardening, and supplies a RF using at least two different frequencies, The output of the second converter (8) which supplies medium frequency is connected to one induction coil (11) which operates simultaneously in common. The capacitor CK (7) by which said first converter (6) is a series resonant circuit type thing, and carries out series compensation of the reactive power of said induction coil (11) Feedback of medium frequency is fully attenuated from said second converter (8). Said second converter (8) It considers as a thing equipped with the series capacitor (12) of said output (8'), the inductance (9) arranged between the contact commons (10) of both converters at the serial, and an addition series resonant circuit type. The induction heating apparatus characterized by controlling feedback of the RF from said first converter (6), and compensating the reactive power of said inductance (9).

[Claim 2] The output of the first converter (6) which is equipment which carries out induction heating of the components of a complicated symmetry-of-revolution configuration, for example, the gearing, for the surface hardening, and supplies a RF using at least two different frequencies, The output of the second converter (8) which supplies medium frequency is connected to one induction coil (11) which operates simultaneously in common. The capacitor CK (7) by which said first converter (6) is a series resonant circuit type thing, and carries out series compensation of the reactive power of said induction coil (11) Feedback of the medium frequency from said second converter (8) is fully attenuated. Said second converter (8) It considers as a thing equipped with a serial inductance (9) and the capacitance (13) of the addition arranged at juxtaposition at compensating capacitor CK (16) parallel resonant circuit type. The induction heating apparatus characterized by controlling feedback of the RF from said first converter (6), and compensating the reactive power of said inductance (9).

[Claim 3] The induction heating apparatus with which it is an induction heating apparatus given in claims 1 or 2, and both converters (6 8) are characterized by the power being separately controllable.

[Claim 4] It is the induction heating apparatus which it is in the range whose first frequency it is an induction heating apparatus given in any 1 term of claims 1-3, and is 50kHz - 1.5MHz among both converters (6 8), and the second frequency is in the range of 1-20kHz, and is characterized by moreover these two frequencies differing 5 or more times.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

This invention relates to the approach and equipment which harden the symmetry-of-revolution components of a complicated configuration, for example, a gearing, on the front face of induction-heating *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. using at least two different frequencies. From the advanced technology about induction surface heating of the gearing by the envelopment mold circular coil (an enclosed round coil), it is known that it is difficult to realize hardening of the equal depth in both an addendum and a dedendum. If medium frequency is used, although hardening in a dedendum is accepted, it is not so in an addendum. Although hardening of an addendum is accepted if a RF is used, hardening in a dedendum is not a satisfaction \*\*\* thing.

In order to solve these problems, the following three approaches are learned.

1) The optimal frequency must be chosen about each size and design of a gearing.

Possibility of affecting the configuration of hardening (hardening) is restricted in this approach. make it any — a satisfaction \*\*\* result is obtained to no different examples of a gearing.

2) Heat a gearing at 500–700 degrees C before hardening by the RF. A furnace may perform this preheating and it is good also by the guiding means. Then, the various solution approaches are learned actually. That is, they are heating by low frequency with another coil, or medium frequency, or preheating with the low power by the same high frequency coil. The electromagnetic coupling of a heat coil and a workpiece and this have beforehand possible \*\* which is what exists also in a high frequency coil (see the German announcement official report No. 1,233,896).

3) Make 2 or a different frequency beyond it act on one coil one after another in a different time interval (the German patent 37th, 11,645-C No. 1, and the Europe patent official report No. 0,295,099).

The possible shortest switch INGU time poses a actual top problem to the resonance frequency of the load circuit where the total heating time in which very high switching power supply included each heating spacing desirably (Europe patent official report No. 0,295,099) in relation to active component – and a reactive component is related by the above-mentioned solution approach since only 0.5 – 1 second are types.

This invention aims at offering the approach of hardening a gearing's front face uniformly, and equipment based on these advanced technology. According to this invention, the short heating time for about 0.5 which is technical conditions – 1 second is maintained without preheating, but a series of switch INGU between different frequencies which pose a problem in relation to time amount is avoided.

According to this invention, this technical problem is solved from the approach of supplying two frequencies which are simultaneously different in a single common induction coil.

As another field of the description of this approach, said frequency is different 5 times or more than it. The thing of the beginning of two frequencies is in the range of 50–1.5MHz, and the 2nd thing is in the range of 1–20kHz.

Furthermore, the equipment of this invention for enforcing the approach is combined with an induction coil with single output of the first converter which supplies a RF and output of the second converter which supplies medium frequency, and the output power of each converter is characterized by the controllable thing according to an individual, respectively.

According to still more nearly another description of this equipment, the first transducer is a series resonant circuit type thing, and the capacitor for the series compensation of induction coil reactive power realizes sufficient attenuation of the medium frequency feedback supplied from the second transducer.

Corresponding to this, an inductance and another series capacitor are formed in a serial between the common junctions of the transducer of an output and both, by it, RF feedback of said first transducer is controlled to the second series resonant circuit type transducer, and it is compensated for the reactive power of said inductance.

Or it replaces with it, the second transducer is made into a parallel resonance type thing, an inductance is prepared in a serial, and another capacitor is formed in the usual compensating capacitor and juxtaposition, and RF feedback of said first transducer can be controlled by it, and it can also design so that the reactive power of the inductance may be compensated.

According to this invention, it is desirable to make it the first frequency be in the range of 50kHz and 1.5MHz among the converters of said both, and to make it be in the range whose second frequency is 1–20kHz. However, both frequencies are different 5 times or more than it.

Drawing explains the example of this invention further.

Drawing 1 is the schematic drawing of the heating coil used by this invention, and the quenching equipment under it.

Drawing 2 is a sectional view by the II-II line of drawing 1.

Drawing 3 is the schematic drawing of the first example of the equipment of this invention.

Drawing 4 is the schematic drawing of the second example of the equipment of this invention.

The coil 4 equipped with the quenching equipment 5 for hardening of a gearing is drawn on drawing 1 and drawing 2 as an example. The gearing 1 hardened is placed in the induction coil 4 equipped with a magnetic core 2 and current supply 3. It is made to rotate and an in order to secure heating of homogeneity with the single volume coil 4, while heating gearing is \*\*\*.

The inside of this coil is made into a configuration from which heating of homogeneity is obtained covering the height of a gearing's perpendicular direction. Immediately after heating process killing, a gearing is moved vertically, it is put into him at the quenching room 5, and the gearing's rapid cooling is guaranteed. In this process, it flows from the coolant, for example, water, and \*\*\*\*\*5' to a gearing through orifice 5".

For the link of two converters of a different frequency, in order to avoid abnormality actuation, the equipment designed so that the interaction between the converters which may be produced might be made into min is required. In consideration of the high frequency transducer 6 which functions with a series resonant circuit, a compensating capacitor 7 enables feedback of the frequency of the lower one to fully decrease (see drawing 3 and drawing 4). Theoretically, it is also possible to use the RF

converter of a parallel resonant circuit type gestalt. In order to control medium frequency feedback, it is required to introduce the filter unit which consists of an inductance for compensating a capacitor and its capacitor always. If this solution approach is compared with the example of the series compensation type which does not need an additional filter at all, it will not be a satisfaction \*\*\*\* thing from an economical viewpoint. In addition to it, the filter unit complicates frequency control of a parallel compensation RF converter considerably.

In order to control the RF feedback to the converter 8 of the frequency of the lower one, the inductance Lf9 is used between the junction 10 and the converter of the frequency of the lower one. In order to use the effect of the stray inductance of the high current matching transformer inserted by the stray inductance of lead wire, and the case, the junction 10 should be brought as much as possible close to an induction coil 11 actually.

When used as a converter for a frequency with a lower series resonant circuit type converter (see drawing 3), at least 4 times of what doubled the inductance Lf9 seen from the junction 10 and the stray inductance must be larger than the inductance of a coil 11. Instead, when used as a converter for a frequency with a lower parallel resonant circuit type converter (see drawing 4), what doubled the inductance Lf9 and the inductance between a junction 10 and the compensating capacitor 13 of the converter of the frequency of the lower one must be seen from a junction, and must be suitably larger than the inductance of a coil 11.

In order to obtain sufficient inductance Lf9 especially, even if the converter of the frequency of the lower one is a series resonance type converter (drawing 3) and it is a juxtaposition type converter (drawing 4), an individual inductance must be inserted to it. Power loses in an excess by this and the demand to reactive power arises. In order to compensate the demand of excessive reactive power, as for the power of the serial compensating capacitor Ck15, and the power of the juxtaposition compensating capacitor Ck16, only the part of capacitance 12 (drawing 3) and capacitance 13 (drawing 14) must be increased, respectively.

In order to separate an output in dynamic electricity, at least one converter must have a transformer 14 in an output side. Since both converters supply power continuously over the whole heating time as the one side face, I hear that the advantageous point of this invention has the high effectiveness of the power of a facility, and it has it. Thereby, the shortest hardening process of not preheating becomes possible. As other side faces, since the power of each converter can control separately, it is that the degree of freedom of the array of a hardening configuration is high to the gearing of different size or a gestalt. Furthermore, since a preheating does not have the need, the heat applied to a gearing can be managed with very few amounts. Thereby, energy is saved and change of a physical configuration is made into min. This is important at the point of avoiding the need for after treatment. An induction coil can be manufactured like usual. Quiescence heating or heating under motion is possible.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3150968号  
(P3150968)

(45) 発行日 平成13年 3 月26日 (2001. 3. 26)

(24) 登録日 平成13年 1 月19日 (2001. 1. 19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

C 2 1 D 1/10

C 2 1 D 1/10

U

9/32

9/32

K

H 0 5 B 6/38

H 0 5 B 6/38

B

請求項の数4 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-507036

(86) (22) 出願日 平成3年 4 月 5 日 (1991. 4. 5)

(65) 公表番号 特表平5-507117

(43) 公表日 平成5年10月14日 (1993. 10. 14)

(86) 国際出願番号 P C T / N O 9 1 / 0 0 0 5 3

(87) 国際公開番号 W O 9 1 / 1 5 9 3 5

(87) 国際公開日 平成3年10月17日 (1991. 10. 17)

審査請求日 平成10年 2 月17日 (1998. 2. 17)

(31) 優先権主張番号 P 4 0 1 1 6 1 2 . 3

(32) 優先日 平成2年 4 月10日 (1990. 4. 10)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(73) 特許権者 999999999

エルバ・インダクション・エー・エス  
ノルウェー国、エヌー3700 シェン、ベ  
レベイエン 10

(72) 発明者 マルケゴール、ライフ

ノルウェー国、エヌー3700 シェン、グ  
ラセルベイエン 142

(72) 発明者 シュベנק、ヴォルフガング

ドイツ連邦共和国、デー7295 ドルンス  
テッテン、シェーナウア・シュトラーセ  
7

(74) 代理人 999999999

弁理士 筒井 大和

審査官 後藤 政博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも2周波数による誘導加熱による回転対称部品の表面焼入れ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つの異なる周波数を用いて、複雑な回転対称形状の部品、例えば歯車を、その表面焼入れのために誘導加熱する装置であって、高周波を供給する第一の変換器(6)の出力と、中周波を供給する第二の変換器(8)の出力とが、同時に動作する1つの誘導コイル(11)に共通に接続され、前記第一の変換器(6)が、直列共振回路タイプのものであり、前記誘導コイル(11)の無効電力を直列補償するコンデンサC<sub>K</sub>(7)が、前記第二の変換器(8)から中周波の帰還を十分に減衰させ、前記第二の変換器(8)が、前記出力(8')と両変換器の共通接点(10)との間に直列に配置されたインダクタンス(9)と追加の直列コンデンサ(12)とを備えた直列共振回路タイプのものでされ、前記第一の変換器

(6)からの高周波の帰還を抑制し、前記インダクタンス(9)の無効電力を補償することを特徴とする誘導加熱装置。

【請求項2】 少なくとも2つの異なる周波数を用いて、複雑な回転対称形状の部品、例えば歯車を、その表面焼入れのために誘導加熱する装置であって、高周波を供給する第一の変換器(6)の出力と、中周波を供給する第二の変換器(8)の出力とが、同時に動作する1つの誘導コイル(11)に共通に接続され、前記第一の変換器(6)が、直列共振回路タイプのものであり、前記誘導コイル(11)の無効電力を直列補償するコンデンサC<sub>K</sub>(7)が、前記第二の変換器(8)からの中周波の帰還を十分に減衰させ、前記第二の変換器(8)が、直列のインダクタンス(9)と補償コンデンサC<sub>K</sub>(16)に並列に配置された追

加のキャパシタンス(13)とを備えた並列共振回路タイプのものとされ、前記第一の変換器(6)からの高周波の帰還を抑制し、前記インダクタンス(9)の無効電力を補償することを特徴とする誘導加熱装置。

【請求項3】請求の範囲1または2に記載の誘導加熱装置であって、両変換器(6、8)が、個々にその電力を制御することができることを特徴とする誘導加熱装置。

【請求項4】請求の範囲1～3のいずれか1項に記載の誘導加熱装置であって、両変換器(6、8)のうち第一の周波数が50kHz～1.5MHzの範囲にあり、第二の周波数が1～20kHzの範囲にあり、しかもそれら2つの周波数は5倍以上異なることを特徴とする誘導加熱装置。

#### 【発明の詳細な説明】

本発明は、少なくとも2つの異なる周波数を用いて、複雑な形状の回転対称部品、例えば歯車、を誘導加熱しその表面に焼入れする方法および装置に関するものである。包囲型円形コイル(an enclosed round coil)による歯車の誘導表面加熱に関する先行技術から、歯先と歯元の両方において均等の深さの焼入れを実現するのは難しいことが知られている。中周波を用いると、歯元における焼入れは受け入れられるものであるが、歯先ではそうではない。高周波を用いれば、歯先の焼入れは受け入れられるものであるが、歯元における焼入れは満足ゆくものではない。

これらの問題を解決するために、次の3つの方法が知られている。

1) 歯車の各サイズおよびデザインに関して、最適な周波数が選択されなければならない。

このアプローチでは、焼入れ(硬化)の形状に影響を及ぼす可能性は限られたものである。いずれにしても、歯車のすべての異なる具体例に対して満足ゆく結果は得られない。

2) 高周波による焼入れの前に、歯車を500～700℃に加熱する。この予熱は炉によって行なってもよいし、誘導手段によってもよい。それで、実際にはさまざまな解決方法が知られている。すなわち、別のコイルによる低周波あるいは中周波による加熱、あるいは同じ高周波コイルによる低電力での予熱である。予熱コイルと加工品との電磁結合、これは高周波コイルにも存在するものである、が可能である(ドイツ公告公報第1,233,896号を参照)。

3) 1つのコイルに2あるいはそれ以上の異なる周波数を、異なる時間間隔において次々と作用させる(ドイツ特許第37,11,645-C1号、および欧州特許公報第0,295,099号)。

有効分一そして無効分に関連して非常に高いスイッチング電源が望ましく(欧州特許公報第0,295,099号)、また、それぞれの加熱間隔を含めた総加熱時間はわずかに0.5～1秒が典型であるため、上記解決方法では、関連する負荷回路の共振周波数に対して可能な最短スウィ

チングタイムが實際上問題となる。

これら先行技術に基づいて、本発明は、歯車の表面を均等に焼入れする方法と装置を提供することを目的とする。本発明によれば、技術的な条件である約0.5～1秒の短い加熱時間は、予熱無しで、維持されるが、時間に関連して問題となる異なる周波数間の一連のスイッチングは回避される。

本発明によれば、この課題は単一の共通な誘導コイルに同時に異なる2つの周波数を供給するという方法より解決される。

この方法の特徴の別の面として、前記周波数は5倍あるいはそれ以上違う。2つの周波数の最初のものは50～1.5MHzの範囲にあり、2番目のものは1～20kHzの範囲にある。

更に、その方法を実施するための本発明の装置は、高周波を供給する第一の変換器の出力と中周波を供給する第二の変換器の出力が単一の誘導コイルに結合され、各変換器の出力電力がそれぞれ個別に制御可能である、ことを特徴とするものである。

本装置の更に別の特徴によれば、第一の変換器は直列共振回路タイプのものであり、誘導コイル無効電力の直列補償用のコンデンサが、第二の変換器から供給される中周波帰還の十分な減衰を実現する。

これに対応して、直列共振回路タイプの第二変換器には、インダクタンスならびにもう一つの直列コンデンサが出力ならびに両方の変換器の共通接合点の間に直列に設けられ、それによって前記第一の変換器の高周波帰還を抑制し、前記インダクタンスの無効電力を補償するようにする。

あるいは、それに代えて、第二変換器を並列共振タイプのものとし、インダクタンスを直列に設け、もう一つのコンデンサを通常の補償コンデンサと並列に設け、それによって前記第一の変換器の高周波帰還を抑制し、そのインダクタンスの無効電力を補償するように設計することもできる。

本発明によれば、前記両方の変換器のうち第一の周波数が50kHzと1.5MHzの範囲にあるようにし、第二の周波数が1～20kHzの範囲にあるようにするのは好ましい。しかし、双方の周波数は5倍あるいはそれ以上違っている。

本発明の実施例を図によって更に説明する。

図1は、本発明で用いられる加熱コイルおよびその下の急冷装置の略図である。

図2は、図1のII-II線による断面図である。

図3は、本発明の装置の第一の実施例の略図である。

図4は、本発明の装置の第二の実施例の略図である。

一例として図1および図2には、歯車の焼入れのための急冷装置5を備えたコイル4が描かれている。焼入れされる歯車1は磁気コア2および電源供給3を備えた誘導コイル4の中に置かれている。単一巻きコイル4で均

一の加熱を確保するために、加熱する間、歯車は回転させらる。このコイルの内側は歯車の垂直方向の高さにわたって均一の加熱が得られるような形状とされている。加熱プロセスの終了の直後に、歯車は垂直に移動させられて急冷室5に入れられ、その歯車の急速な冷却が保証される。このプロセスにおいて、冷却液、例えば水、は液路5'からオリフィス5''を通して歯車へと流れる。

異なる周波数の2つの変換器の相互連結のためには、異常動作を避けるために、生じ得る変換器間の相互影響を最小にするように設計された装置が必要である。直列共振回路と共に機能する高周波変換器6を考慮して、補償コンデンサ7は低い方の周波数の帰還が十分に減衰することを可能にするものである(図3および図4を参照)。理論的には、並列共振回路タイプの形態の高周波変換器を用いることも可能である。中周波帰還を抑制するために、コンデンサとそのコンデンサを補償するためのインダクタンスからなるフィルタユニットを導入することがいつでも必要である。この解決方法は、付加的なフィルタを全く必要としない直列補償タイプの実施例に比べれば、経済的な観点から満足ゆくものではない。それに加えて、そのフィルタユニットは並列補償高周波変換器の周波数制御をかなり複雑にする。

低い方の周波数の変換器8に対する高周波帰還を抑制するために、接合点10と低い方の周波数の変換器との間にインダクタンス $L_{f9}$ が用いられている。導線の漂遊インダクタンスならびに場合により挿入される高電流整合変圧器の漂遊インダクタンスの影響を利用するために、接合点10は実際に可能な限り誘導コイル11に近付けるべきである。

直列共振回路タイプの変換器が低い方の周波数のための変換器として用いられる場合(図3を参照)、接合点10から見たインダクタンス $L_{f9}$ と漂遊インダクタンスを合わせたものは、コイル11のインダクタンスより少なく

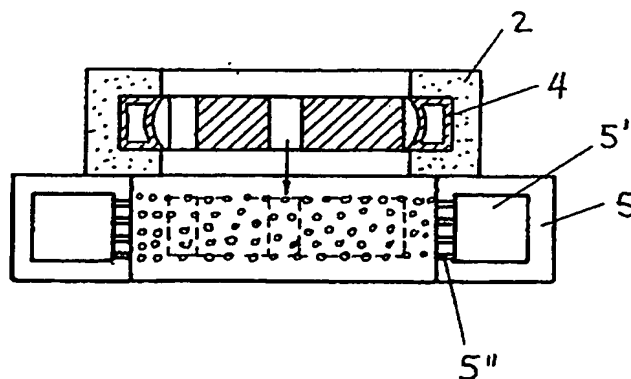
とも4倍は大きくなければならない。その代わりに並列共振回路タイプの変換器が低い方の周波数のための変換器として用いられる場合(図4を参照)、インダクタンス $L_{f9}$ と、接合点10と低い方の周波数の変換器の補償コンデンサ13の間のインダクタンスを合わせたものは、接合点から見て、コイル11のインダクタンスより適当に大きくなければならない。

特に、十分なインダクタンス $L_{f9}$ を得るためには、低い方の周波数の変換器が直列共振タイプの変換器(図3)であっても並列タイプの変換器(図4)であっても、それに対して個別インダクタンスが挿入されなければならない。これにより電力が余分に損失し、無効電力に対する要求が生じる。余分な無効電力の要求を補償するために、直列補償コンデンサ $C_{k15}$ の電力および並列補償コンデンサ $C_{k16}$ の電力は、それぞれ、キャパシタンス12(図3)およびキャパシタンス13(図14)の分だけ増加されなければならない。

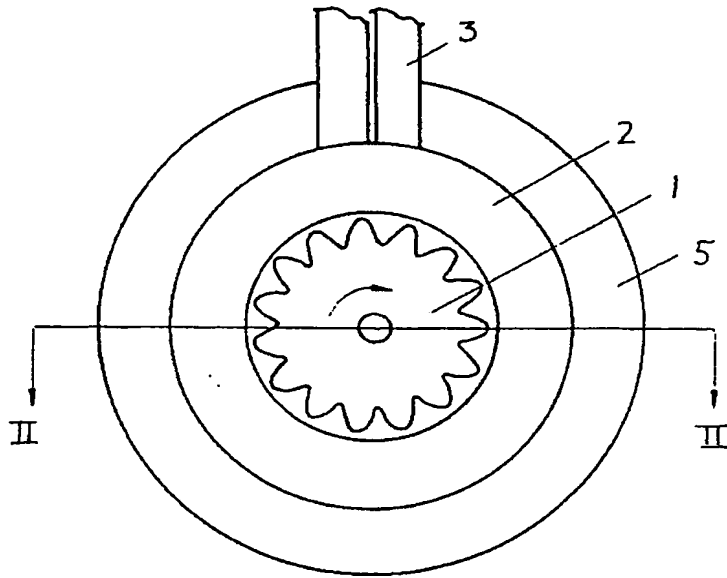
出力を動電氣的に分離するために、少なくとも一つの変換器は出力側に変圧器14を持たなければならない。

本発明の有利な点は、その一つの側面として、加熱時間の全体にわたって両方の変換器が電力を連続的に供給するので、設備の電力の効率が低いということである。これにより、予熱しない最短の焼入れプロセスが可能となる。他の側面として、各変換器の電力が個々に制御できるので、異なるサイズや形態の歯車に対し焼入れ形状の配列の自由度が高いことである。更に、予熱が全く必要無いので、歯車に加えられる熱がごくわずかの量で済む。これにより、エネルギーが節約され、物理的な形状の変化は最小とされる。これは、後処理の必要を避ける点で重要である。誘導コイルは通常のように製作することができる。静止加熱あるいは運動中の加熱が可能である。

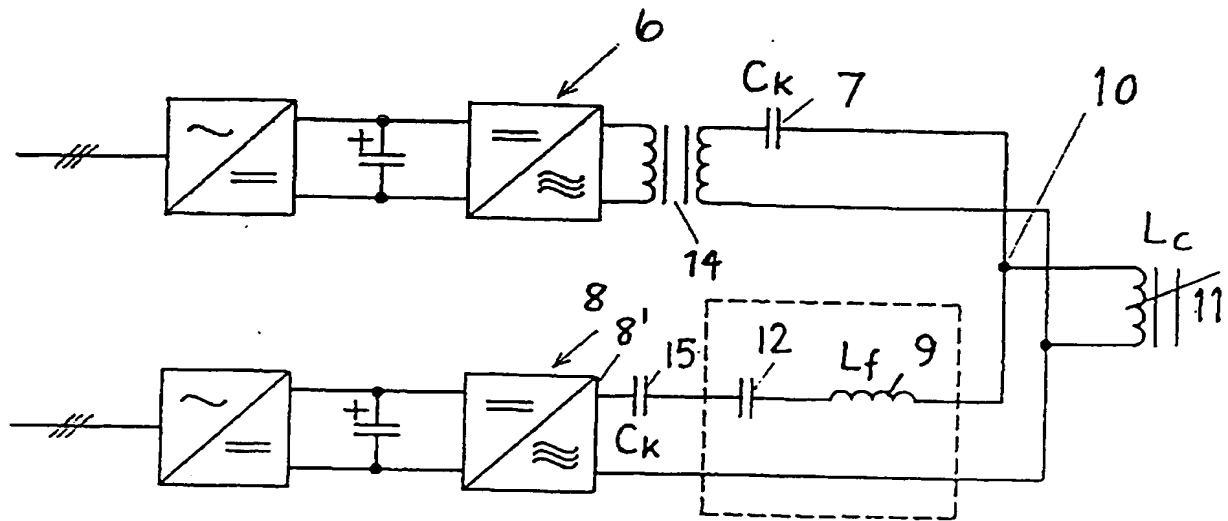
【第2図】



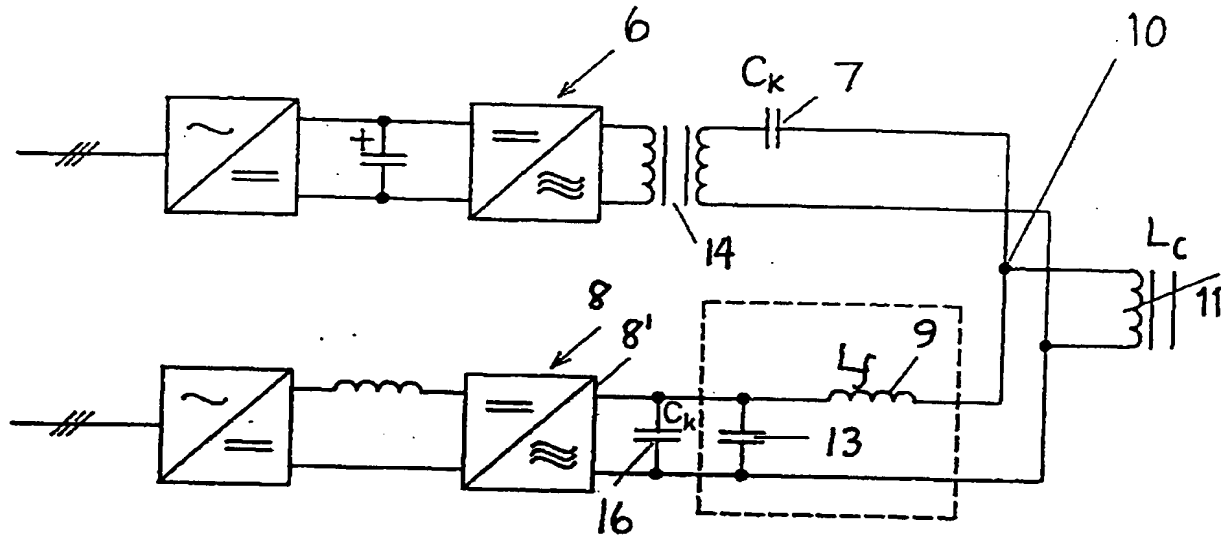
【第1図】



【第3図】



【第4図】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭50-158945 (J P, A)  
 特公 平2-36645 (J P, B 2)  
 実公 昭63-36037 (J P, Y 2)  
 特許2501800 (J P, B 2)  
 米国特許4785147 (U S, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, D B 名)

C21D 1/10  
 C21D 1/42  
 C21D 9/32  
 H05B 6/00 - 6/10  
 H05B 6/14 - 6/44